

УДК 625.03

А.А.ВЕРХУША

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА И РАССТОЯНИЯ ОТ СОПЛА ПЛАЗМОТРОНА ДО РЕЛЬСОВОГО ПОЛОТНА НА ВЕЛИЧИНУ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Рассматривается вопрос изменения количества тепла, приходящегося на единицу площади поверхности рельса, подвергающегося термической обработке с целью устранения буксования, от угла наклона и расстояния от сопла плазмотрона до рельсового полотна.

Розглядається питання зміни кількості тепла, що доводиться на одиницю площі поверхні рейки, яка піддається термічній обробці з метою усунення буксування, від кута нахилу і відстані від сопла плазмотрона до рейкового полотна.

The question of change of amount of heat, being on unit of area of surface of the rail exposed to heat treatment with the purpose of removal of skidding, is examined, from the angle of slope and distance from a gas-ring to rail linen.

Ключевые слова: сопло плазмотрона, угол наклона и раскрытия, тепловой поток.

В рыночных условиях экономического кризиса и спада производства высокотехнологичного оборудования для рельсового транспорта поиск и внедрение новых нетрадиционных и перспективных противобуксовочных способов, позволяющих значительно повысить качество обработки рельсового полотна и ускорить противобуксовочный процесс путем высокотемпературного воздействия при наименьших материальных затратах, является первоочередной задачей без применения дорогостоящего технологического оборудования и песка, не оправдывающим себя на современном подвижном составе.

Наибольший вклад в развитие теории нагрева и охлаждения поверхности металлического тела внесли С.И. Гинкул, В.И. Шелудченко [1] и др. В промышленных горелках наиболее распространенным способом интенсификации процессов горения и теплообмена является принудительная закрутка газа в камере сгорания [2]. Но отсутствие сопутствующих физических эффектов, определяющих влияние угла наклона и расстояния от горелки до рельсового полотна, имеют лишь отдельные теоретические и экспериментальные исследования в этом направлении.

Целью данной работы является определение влияния угла наклона и расстояния от сопла плазмотрона до рельсового полотна на величину теплового потока.

Предположим, что источник тепла с соплом диаметра a может иметь наклон к рельсовому полотну от 0 до 90^0 (рис.1) [3]. Определим, как изменяется количество тепла, приходящееся на единицу площади.

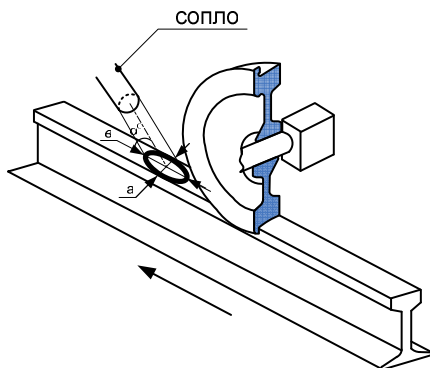


Рис.1 – Пятно от воздействия пламени горелки под углом, не равном 90°

Как правило, диаметр сопла плазмотрона равен пятну теплового потока при расположении сопла под углом 90° .

При расположении сопла под углом 90° к рельсу окружность пятна составляет

$$S_k = \frac{\pi a^2}{4}, \quad (1)$$

где S_k – площадь круга, мм^2 ; a – диаметр сопла плазмотрона, мм.

При изменении угла наклона окружность превращается в эллипс, площадь пятна которого увеличивается, причем чем меньше угол наклона, тем больше площадь пятна (рис.1), представленная в виде эллипса. Она равна

$$S_e = \frac{\pi a b}{4}, \quad (2)$$

где S_e – площадь эллипса, мм^2 ; b – большая диагональ эллипса, мм.

Обозначим индексом k отношение площади эллипса к площади круга

$$k = \frac{S_e}{S_k} = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot b}{4 \cdot \pi \cdot a^2} = \frac{b}{a}, \quad (3)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Значение k можно определить из рис.2, выразив большую сторону эллипса через диаметр сопла горелки и угол её наклона

$$\frac{a}{b} = \sin \alpha. \quad (4)$$

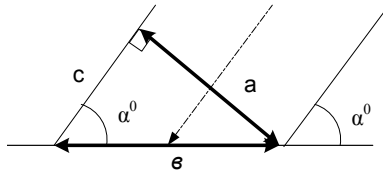


Рис.2 – Отношения сторон и углов наклона горелки

Задаваясь углом α через 10^0 , вычислим значение b

$$b = \frac{a}{\sin \alpha}. \quad (5)$$

В некоторых случаях диаметр пятна может увеличиваться относительно диаметра сопла. Обозначим изменения диаметра пятна углом раскрытия. Допустим, что угол раскрытия составляет β (рис.3).

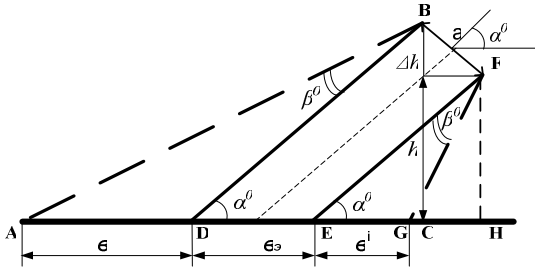


Рис.3 – Влияние угла раскрытия на длины тепловых потоков.

Диаметр большей оси эллипса b составит $b^i + b_{\text{эллипса}} + b^{ii}$, где

$$b^i = \frac{h^i}{\operatorname{tg}(\alpha - \beta)} - \frac{h^i}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (6)$$

$$b^{ii} = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{h}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta)}. \quad (7)$$

Значение b^i и b^{ii} определяется как разность сторон треугольников ABC минус DBC и EFH минус GFH. В этом случае зависимость κ от угла раскрытия примет выражение

$$\kappa = \frac{b}{a} = \frac{b^i + b_3 + b^{ii}}{a}. \quad (8)$$

Принимаем, что $h=5a$, а угол раскрытия изменяется от 0^0 до 10^0 . Результаты расчета сведены в таблицу. Аналогичные расчёты для $h=25a$ и $h=50a$.

Значения ν для заданного расстояния и углов раскрытия

	α_0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
β^0	2	19,229	6,244	3,52	2,45	1,92	1,63	1,55	1,375	1,348
	4	37	9,8	5,1	3,4	2,57	2,12	1,96	1,743	1,698
	6	68,29	13,9	6,77	4,35	3,22	2,63	2,38	2,113	2,05
	8	156,38	18,87	8,61	5,35	3,9	3,1	2,8	2,485	2,4
	10	-	25,28	10,65	6,42	4,58	3,58	3,2	2,861	2,76
ν при $h=5a$										

Тепловой поток равен

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T(\nu) . \quad (9)$$

Здесь c – удельная теплоемкость стали = 780 Дж/(кг·°C); m – нагреваемая масса стали, кг, равная

$$m_{cm} = S \cdot n \cdot \rho , \quad (10)$$

где n – толщина нагрева, равняется 10^{-6} м; ρ – удельный вес рельсовой стали, составляет 7,595 кг·м³; $\Delta T(\nu)$ – значение температуры из табл.1 [3].

Согласно табл.1 [3] построим график данной зависимости (рис.4).

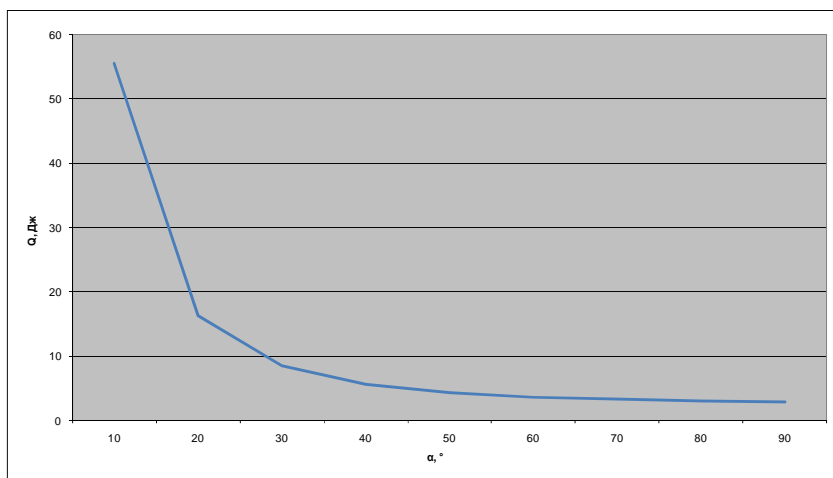


Рис.4 – График зависимости теплового потока от угла наклона плазменной горелки

Таким образом, чем меньше угол наклона горелки, тем больше тепла приходится на единицу площади, чтобы поддерживать температуру поверхности рельса до заданного диапазона температур от 400 до 800⁰С. Наиболее рациональным диапазоном установки сопла плазмотрона вышли углы от 90 до 55⁰. Чем больше расстояние горелки от поверхности рельса, тем больше площадь пятна и тем меньше тепла приходится на единицу площади. По результатам расчётов наиболее рациональным выходит расстояние $h=25a$ от сопла плазмотрона до рельсового полотна. При этих параметрах будет осуществляться эффективная термическая обработка при наименьших затратах на создание теплового потока.

1.Гинкул С.И. Вопросы тепло- и массопереноса в материалах, нагрева и охлаждения металла / С.И. Гинкул, В.И. Шелудченко, В.В. Кравцов. – Донецк: РИА ДонГТУ, 2000. – 162 с.

2.Самсонов В.П. Самопроизвольные вихревые структуры в пламени / В.П. Самсонов. – Томск: Томск. гос. ун-т, 2003. – 124 с.

3.Верхуша А.А. Управляемая многоступенчатая термообработка в неразрушающих технологиях очистки поверхности рельсового полотна / А.А.Верхуша, А.П. Слесаренко, Н.А. Сафонов // Вестник нац. техн. ун-та «ХПИ». – Харьков, 2011. – №43. – С.69-77.

Получено 10.11.2011

УДК 629.421

Ю.П.КОЛОНТАЄВСЬКИЙ, В.П.АНДРІЙЧЕНКО,
О.В.ДОНЕЦЬ, кандидати техн. наук
Харківська національна академія міського господарства

ВИКОНАННЯ ПРИСТРОЮ ПУСКУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Розглядається виконання пристрою регулювання збудження тягових електродвигунів рухомого складу міського електричного транспорту на основі застосування DC/DC перетворювача, що забезпечує підвищення надійності та гнучкості проектування конструкції.

Рассматривается выполнение устройства регулирования возбуждения тяговых электродвигателей подвижного состава городского электрического транспорта на основе применения DC/DC преобразователя, обеспечивающее повышение надежности и гибкости проектирования конструкции.

Fulfillment of the regulation of application of the moving motor engines of the rolling stock of the city electric transport on the basis of DC/DC converter, providing the increasing of reliability and flexibility of the designing of the construction is being considered.

Ключові слова: пуск електродвигуна, багатодвигуновий привод, DC/DC перетворювач, надійність, гнучкість проектування конструкції.

При експлуатації тягових електродвигунів (ТЕД) рухомого складу міського електричного транспорту одним з основних режимів роботи є